



УДК 621.313.3

## К ВОПРОСУ О ВОЗМОЖНОСТИ СНЯТИЯ С ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ СТЕНДОВ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ЯДЕРНЫХ УСТАНОВОК

## DECOMMISSIONING THE EXPERIMENTAL STANDS OF RESEARCH NUCLEAR INSTALLATIONS POSSIBILITY ISSUES

**Лукьяненко Вера Юрьевна**, аспирант каф. «Атомные станции и возобновляемые источники энергии», Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, Россия, 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19. E-mail: vera-lukyanenko@mail.ru. Тел.: +7(343) 375-97-37.

**Ташлыков Олег Леонидович**, канд. техн. наук, доцент каф. «Атомные станции и возобновляемые источники энергии», Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, Россия, 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19. E-mail: otashlykov@list.ru. Тел.: +7(343)375-97-37.

**Vera U. Lukyanenko**, Post Graduate Student, Department «Nuclear Power Plants and Renewable Energy Sources», Ural Federal University named after the first President of Russia B.N.Yeltsin, 620002, Mira str., 19, Ekaterinburg, Russia. E-mail: vera-lukyanenko@mail.ru. Ph.: +7(343)375-97-37.

**Oleg L. Tashlykov**, Cand. Sci., Associate professor, Department «Nuclear Power Plants and Renewable Energy Sources», Ural Federal University named after the first President of Russia B.N.Yeltsin, 620002, Mira str., 19, Ekaterinburg, Russia. E-mail: otashlykov@list.ru. Ph.: +7(343)375-97-37.

**Аннотация:** Обосновано использование экспериментальных установок в атомной промышленности. Рассмотрены причины снятия с эксплуатации экспериментальных установок. Рассмотрены конструктивные особенности экспериментальных установок, а также проблемы при снятии с эксплуатации. Связанные с ними. Приведен обзор современного опыта нашей страны в этой области.

**Abstract:** The use of experimental facilities in the nuclear industry is justified. The reasons for decommissioning of experimental facilities are considered. The design features of experimental facilities, as well as problems in decommissioning are considered. Associated with them. The review of modern experience of our country in this field is given.

**Ключевые слова:** экспериментальный стенд, исследовательская ядерная установка, снятие с эксплуатации, проблемы вывода из эксплуатации, радиационно опасный объект, литературный обзор, экономическая эффективность.

**Key words:** experimental stand, research nuclear installation, decommissioning, problems of decommissioning, radiation-hazardous object, literature review, economic efficiency.

### ВВЕДЕНИЕ

Современный специалист в области атомной энергетики должен обладать глубокими знаниями и конструктивным мышлением. Чтобы стать специалистом, необходимо в совершенстве овладеть методологией научных исследований. Это позволит самостоятельно ставить и творчески решать сложные вопросы, возникающие на пути развития атомной отрасли в нашей стране и мире. Вряд ли можно недооценить важность фундаментальных и прикладных ядерных исследований для современного мира и для науки в первую очередь. Все достижения делаются только после долгих трудов, исследований и

экспериментов. Только проделав такой путь можно рассчитывать на достоверный результат, который позволит использовать полученные знания в практических целях.

Для проведения исследований (или испытаний) физических объектов необходимо создание технических устройств, оборудованных всеми необходимыми элементами для проведения опытов над объектом. Такие устройства называются экспериментальными стендами и установками (ЭСиУ).

Исследовательские ядерные установки (ИЯУ) в купе с комплексной экспериментальной

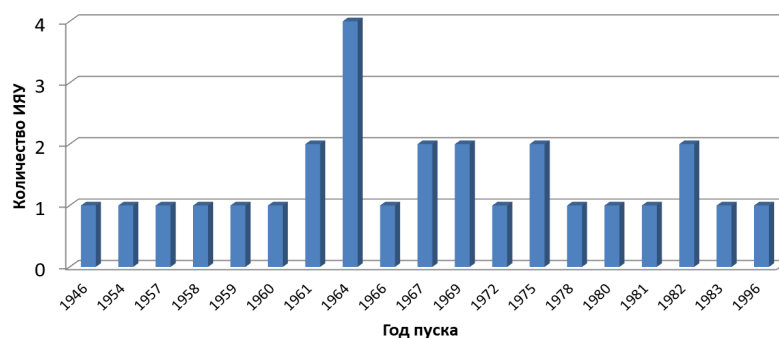


Рис. 1. Года ввода в эксплуатацию отечественных ИЯУ

базой (ЭБ) играют важную роль в развитии ядерной энергетики и вопросах обеспечения безопасности ядерных установок. Без проведения широкой программы фундаментальных и прикладных исследований на ИЯУ невозможно обоснование безопасности объектов ядерной энергетики.

Как и все объекты использования атомной энергии, ИЯУ являются источниками ядерной и радиационной опасности. Несмотря на более низкую мощность и, соответственно, меньшее количество радиоактивных веществ, образующихся при эксплуатации ИЯУ, их потенциальная опасность для населения и окружающей среды все же велика в силу ряда специфических особенностей [1].

Большинство отечественных ИЯУ созданы свыше 30 лет назад, как следствие, растет доля установок, остановленных в результате окончания научных программ и проектных сроков эксплуатации, а также несоответствия растущим требованиям к обеспечению безопасности. В середине 90-х годов прошлого века в мировой атомной энергетике встал вопрос о выводе из эксплуатации ядерных реакторов различного назначения, срок службы которых подошел к черте 30 лет (рис. 1). Учитывая нарастающие темпы технического развития, новые потребности атомной промышленности в части создания новых установок и обращения с уже устаревшими объектами использования атомной энергии, не менее остро стоит вопрос о снятии с эксплуатации элементов экспериментально-стендовых баз исследовательских ядерных установок. ИЯУ, как таковой, может служить средством проведения различных видов экспериментальных исследований, не претерпевая при этом глобальных конструктивных изменений, за исключением монтажа и демонтажа горизонтальных и вертикальных экспериментальных каналов, нейтронных ловушек, выстраивания отражателя. В отличие от ИЯУ, каждый экспериментальный стенд спроектирован и смонтирован для проведения конкретного типа исследований, а значит, теряет свою актуальность при постановке новых вопросов. На рис. 2

представлена классификация экспериментальных установок. Зачастую, конструкция экспериментального стенда допускает внесение корректив в свою конструкцию, позволяя производить расширенные исследования в проектной области, но при этом не имеет возможности перепрофилирования.

Исходя из вышесказанного, возникает необходимость вывода из эксплуатации объектов ЭБ в условиях функционирующей ИЯУ, с целью конструирования на ее основе новых ЭС, которые бы обеспечивали проведение требуемых в настоящее время экспериментальных испытаний. Такой вариант действий позволит ИЯУ оставаться востребованной на постоянно развивающемся рынке фундаментальных и прикладных исследований. Так же причинами снятия с эксплуатации ЭС могут послужить истечение планового срока эксплуатации, экономическая неэффективность поддержания работоспособности ЭС. В этих условиях вывод из эксплуатации ЭС предполагает разработку максимально возможно унифицированной методологии работы в этой области, по причине большого количества устаревших ЭС и большого количества новых научных задач.

## ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

При обсуждении возможности снятия с эксплуатации объектов ЭБ при функционирующей основной установке, следует обратить внимание на ряд их особенностей. Одной из них является то, что реакторные экспериментальные стенды, а также вне реакторные опытные циркуляционные установки, используемые при обеспечении реакторных испытаний исследуемых объектов, а так же для проведения послереакторных испытаний и исследований облученных объектов, являются радиационно- и ядерноопасными объектами (РОО), так как они осуществляют свою работу с использованием облученных в реакторе образцов.

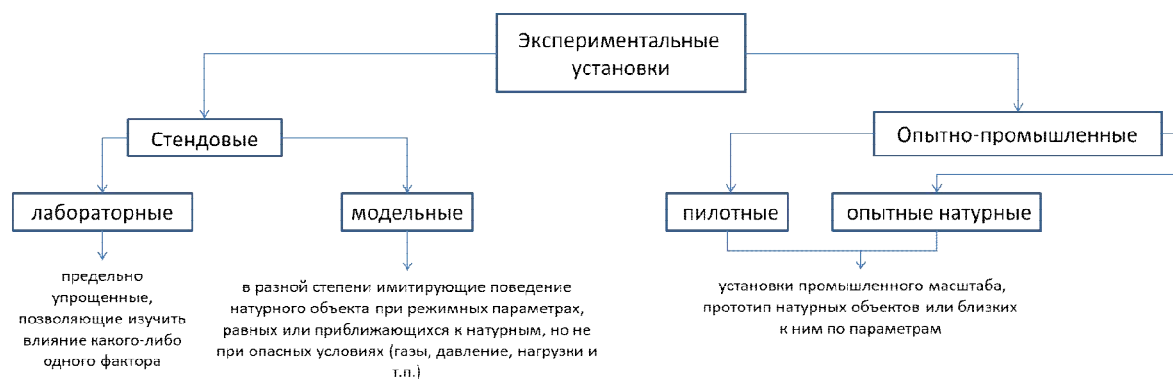


Рис. 1. Классификация экспериментальных установок

Особенности ЭС, эксплуатирующихся в составе ИЯУ:

- расположение основного оборудования и строительных конструкций РОО в кладке биологической защиты реактора в составе ИЯУ, состоящей из бетона повышенной плотности с металлической засыпкой;
- разветвленность ответственных коммуникаций РОО, проводящих трасс газовых смесей, химически и радиоактивных жидкостей, химически обессоленной воды, кабельные высоковольтные трассы;
- размещение основного оборудования РОО вблизи мест работ с открытыми источниками ионизирующего излучения (ИИИ), либо проведение работ с открытыми ИИИ с использованием оборудования самого РОО;
- размещение коммуникаций и оборудования РОО в полуобслуживаемых либо необслуживаемых стесненных помещениях;
- частые конструктивные изменения РОО, вызванные изменяющимися требованиями к параметрам проведения реакторных и вне реакторных испытаний новых объектов исследования.

Так же стоит отметить, что техническая информация об установках нередко носит неполный и устаревший характер. Старение и уход кадрового эксплуатационного персонала приводит к потере знаний. Отсутствует методическая база по планированию вывода объектов ЭБ ИЯУ из эксплуатации в целом.

Все особенности РОО на практике являются источником технических и технологических трудностей при снятии их с эксплуатации в числе:

- затрудненный доступ к оборудованию и коммуникациям РОО, работа в стесненных условиях;
- сложность и разветвленность схем коммуникаций РОО, зачастую отсутствующих в первоначальном виде в составе проектной документации ввиду давнего срока введения в эксплуатацию;

- высокий уровень радиационного загрязнения основного оборудования РОО, как за счет снимаемого поверхностного загрязнения на

сорбирующих поверхностях оборудования, так и за счет активации конструкционных материалов РОО;

- необходимость обеспечения технического персонала дополнительными средствами индивидуальной защиты, а так же средствами защиты при проведении огневых и др. работ, затрудняющими и замедляющими работу в стесненных условиях;

- необходимость оборудования рабочих мест в полуобслуживаемых помещениях, организация саншлюзов, каналов спецвентиляции, спецканализации, дополнительных пунктов дозиметрического контроля, что сопряжено с определенными затратами;

- полное или частичное отсутствие проектной документации на РОО влияет на безопасность проведения работ, а так же на их временные границы, в связи с этим также требуются материальные и трудовые затраты [2, 3].

В России на сегодняшний момент существует несколько площадок, на которых в настоящее время выводятся с эксплуатации либо планируются к снятию с эксплуатации ИЯУ с РОО. В 2008 г. в РНЦ «Курчатовский институт» был разработан проект вывода из эксплуатации исследовательских реакторов МР и РТФ. качестве базового варианта вывода из эксплуатации принят вариант DECON. Обоснованность его выбора подтверждена многофакторным анализом и сравнением его с другими альтернативными вариантами вывода (SAFSTOR, ENTOMB). Особенности выполнения работ по данной тематике изложены в трудах сотрудников «Курчатовского института» В. Г. Волкова, д.т.н., С. Г. Семенова, А. В. Лемуса и других. Основной темой этих работ является отражение практических нюансов ведения демонтажных работ на реакторах МР и РТФ, обосновывается проблематика снятия с эксплуатации РОО в целом, а так же аспект обращения с отходами по окончании и в процессе снятия с эксплуатации РОО [4], [5]. Так же приводятся статистические данные общероссийского и мирового масштаба, которые могут быть полезны в дальнейшем при планировании работ [6].

ФГУП «Маяк» (Шафрова Н.П., Сорокин В.Т., Демин А.В., Кашцев В.В., Ильин В.В.) так же освещает вопросы безопасного проведения работ и минимизации влияния реабилитации площадок РОО на окружающую среду. В частности, рассматривается снятие с эксплуатации установки для остекловывания высокоактивных РАО [7].

Сотрудники АО «ВНИИХТ» и АО «ВНИИНМ» (Иванов В. Б., Бударгин Л. В.) в своих работах рассматривают принципы и практическое исполнение реабилитации площадок РОО до состояния будущего бесконтрольного использования. Так же рассматриваются особенности снятия с эксплуатации ИЯУ СО-2М с подкритическим стендом, корпуса «Б» как объекта атомного наследия, а также работы в рамках «Концепции вывода из эксплуатации радиохимического корпуса № 8 ОАО «ВНИИХТ» (ВЭ РХК № 8) в целом [8].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Подводя итог обзору существующей литературы на данный момент в России и мире, можно отметить, что концептуальные унифицированные подходы к снятию с эксплуатации ИЯУ в целом разрабатываются и успешно внедряются. Информация же о ВЭ РОО ИЯУ носит зачастую не такой неполный, часто табулированный характер и не всегда подходит для качественного и точного количественного прогнозирования работ. Это связано в первую очередь с малым практическим опытом в этой области, отложенном финансировании подобных проектов, а так же с разобщенностью и устареванием данных о РОО, большинство которых вводились в эксплуатацию на заре развития атомной энергетики. Основным направлением дальнейшего развития рассматриваемых работ является комплексное планирование ВЭ РОО ИЯУ и реабилитации места ее расположения для достижения предлагаемого конечного состояния площадки.

Основным направлением дальнейшего развития рассматриваемых работ является комплексное планирование ВЭ РОО ИЯУ и реабилитации места ее расположения для достижения предлагаемого конечного состояния площадки.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кузнецов В. М. Безопасность ядерных исследовательских установок Российской Федерации [Электронный ресурс] / В. М. Кузнецов. – Режим доступа :

<http://www.seu.ru/programs/atomsafe/books/Kuznecov/Doclad3.htm>.

2. Лукьяненко В. Ю., Шабельников Е. В., Ташлыков О. Л. Потенциал оптимизации снятия с эксплуатации экспериментальных стендов исследовательских ядерных установок // В. Ю. Лукьяненко, Е. В. Шабельников, О. Л. Ташлыков // Энерго- и ресурсосбережение. Энергообеспечение. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: материалы Всероссийской конференции студентов, аспирантов и молодых ученых – Екатеринбург : УрФУ. – 2017 – 742 с.

3. Лукьяненко В. Ю., Шабельников Е. В., Ташлыков О. Л. О проблеме снятия с эксплуатации экспериментальных стендов исследовательских ядерных установок // В. Ю. Лукьяненко, Е. В. Шабельников, О. Л. Ташлыков // Энерго- и ресурсосбережение. Энергообеспечение. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: материалы Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых с международным участием – Екатеринбург : УрФУ. – 2017 – 742 с.

4. Волков В.Г. Радиационное обследование исследовательского реактора МР / В.Г. Волков, А.Г. Волкович, В.И. Колядин и др. // Безопасность окружающей среды. – 2009. – №3. – С. 90-93.

5. Волков В.Г. Подготовка к выводу из эксплуатации исследовательских реакторов МР и РТФ / В.Г. Волков, С.Г. Семенов, А.В. Лемус и др. // Безопасность окружающей среды. – 2010. – №4. – С. 56-59.

6. Волков В.Г. Подготовка к выводу из эксплуатации исследовательского реактора МР в РНЦ «Курчатовский институт» / В.Г. Волков, Ю.А. Зверков, В.И. Колядин и др. // Атомная энергия. – 2008. – Т. 104, вып. 5. – С. 259-264.

7. Шафрова Н.П. и др. Принципы и подходы к демонтажу установки остекловывания высокоактивных отходов ФГУП «ПО «Маяк» // Сборник докладов V Международного ядерного форума Безопасность ядерных технологий: стратегия и экономика безопасности – г. Санкт-Петербург. – 2010. С. 134-143.

8. Бударгин Л. В. Проведение реабилитационных работ в ОАО «ВНИИХТ» - объекте ядерного наследия России [Электронный ресурс] // АО «ВНИИХТ» – г. Москва. – 2010. – Режим доступа: <http://docme.ru/doc/1017417/provedenie-reabilitacionnyh-rabot-v-oao-%C2%ABvniht#expanded:on>.